

高尔夫球场及运动场草坪 设计建植与管理

胡叔良 赖明洲 编著

TY24/06

中国林业出版社

主 编：胡叔良 賴明洲

副主编：樊奋成 楊 砦

编写者：(笔画序)

胡叔良 賴明洲 楊 砦 樊奋成

摄 影：胡叔良

内容简介

全书共 15 章。详述了草坪学基础知识及新技术应用；高尔夫球场及运动场草坪设计、建植和养护管理；建立飞机场及赛马场草坪技术措施；并介绍国际、国内十项草坪新技术、新产品及新设施，这些内容是当代草坪业的新信息，将成为 21 世纪草坪业开发的重点项目。本书可供大专院校有关专业师生、城建、园林、环保、旅游及体育运动等部门专业的科技人员参考，同时可作从事草坪企业、生产和开发人士的业务指南。

前 言

草坪是园林绿地的基础，也是底色。草坪绿地的面积和质量是衡量现代化城市的标准之一。随着我国对外开放的深入开展，国际交流往来日益频繁，环境保护措施受到重视，人民生活水平逐步提高，健身娱乐活动的迫切需求，城建、园林、环保、旅游、体育运动及水土保持等部门已开始重视和关心草坪业的发展，预计 21 世纪的草坪业将成为我国国民经济中重要产业之一。

草坪学在我国是一门新兴学科，它涉及植物分类、植物生态、植物生理、植物引种和栽培、环境保护、气象、水文、土壤等基础学科。推动草坪学的发展，就能促进草坪业的开发。培养人数众多从事草坪业的优秀青年人才是发展 21 世纪草坪学和草坪业的关键。既有扎实的基础学科知识，又有不断实践的丰富经验才能担负绿化、美化祖国大地的重任。

随着全民健身运动的开展，体育运动事业的蓬勃发展，草坪运动场的建设已提到日程上来。绿草如茵的运动场能创造一个扬尘稀少，空气清新，噪音较低的优美环境。裸露地面有了草坪覆盖，可保护健身者和运动员的安全，防止或减少创伤。

草坪运动场是指高尔夫球、足球、网球、棒球、曲棍球、橄榄球、室外保龄球及健身中心等建植草坪的室外和室内各类运动场。随着科学技术的不断进步，除室外运动场外，目前已创建全天候室内运动场及利用电脑建立模拟高尔夫装置。建植草坪的材料除继续大量采用天然草坪草外，还研制了色泽美观、质地细致、管理省工、寿命较长的人造草坪（又名人造草毯）。为了使养护管理措施不断地完善，各种新型杀菌剂、杀虫剂、除莠剂、生长抑制剂、保水剂、着色剂以及装有电脑的草坪机具进入市场，供给应用单位及用户。上

述新技术、新设施和新产品，促使草坪业的发展进入一个崭新阶段。预料 21 世纪将有数量更多、质量更好的草坪新型设施、装置、机具及药剂发明问世，届时草坪业将是名副其实的支柱产业之一。草坪业发展前景广阔，草坪事业和企业单位十分重视运动场草坪建设的发展。我国数以千计的草坪企业注视和关心草坪信息和市场，力求以运动场需求的草坪种子、机具和物资为经营的主要项目之一，以期获取良好的经济效益，同时获得相应的环境效益和社会效益。

本书内容具有科学性、实用性、新颖性的特点，是作者多年从事高尔夫球场、足球场等运动场及飞机场等草坪设计、建植和管理实践基础上进行总结分析和归纳，并参阅国际上最新文献资料编写而成。

愿本书的出版问世，有助于促进我国草坪学和草坪业的发展，促使我国体育运动、康乐消遣草坪建设提高到一个新的水平。

作者

1998 年 11 月

目 录

前言

一 草坪草形态特征及生物学特性	(1)
二 环境因子与适应性	(15)
三 草坪绿地系统	(39)
四 高尔夫球场草坪	(44)
(一) 球场的规划	(45)
(二) 球场设计	(49)
(三) 设计图比例尺	(56)
(四) 高尔夫球场改造地形	(57)
(五) 高尔夫球场草坪坪床土壤及基础	(57)
(六) 高尔夫球场果岭构造的标准、施工及改造	(61)
(七) 高尔夫球场发球台坪床基础	(65)
(八) 高尔夫球场沙坑建设	(67)
(九) 高尔夫球场草坪排水工程	(68)
(十) 高尔夫球场草坪质量标准及品质鉴定方法	(75)
(十一) 高尔夫球场草坪草选择及混播	(77)
(十二) 高尔夫球场草坪播种技术	(82)
(十三) 高尔夫球场草坪剪草技术	(85)
(十四) 高尔夫球场草坪加施表层沙土技术	(88)
(十五) 高尔夫球场草坪更新技术	(90)
(十六) 高尔夫球场草坪追播技术	(95)
(十七) 高尔夫球场沙坑及草坑管理	(96)
(十八) 高尔夫球场草坪养护管理要点	(97)
(十九) 高尔夫球场树木栽培技术	(99)

(二十) 高尔夫球场绿化用蔓生植物·····	(103)
五 运动场草坪·····	(104)
(一) 运动场草坪概述·····	(104)
(二) 设计图比例尺·····	(105)
(三) 运动场草坪坪床基础·····	(108)
(四) 运动场草坪混播优化配合·····	(117)
(五) 运动场草坪养护管理工作历·····	(119)
六 飞机场草坪·····	(123)
七 赛马场草坪·····	(128)
八 冷地型草坪草·····	(132)
九 暖地型草坪草·····	(180)
十 观赏禾草·····	(202)
十一 草坪草促控技术·····	(209)
十二 草坪建植原理与方法·····	(218)
十三 草坪养护管理·····	(231)
(一) 灌水·····	(231)
(二) 施肥·····	(235)
(三) 更新·····	(248)
(四) 防治病害·····	(251)
(五) 防治虫害·····	(278)
(六) 生物防治·····	(290)
(七) 防除杂草·····	(295)
十四 草坪常用机具·····	(304)
十五 新技术、新产品、新设施·····	(316)
(一) 草坪植生带·····	(316)
(二) 地毯式草坪·····	(321)
(三) 人造草坪(人造草毡)·····	(323)
(四) 装饰性草坪·····	(325)
(五) 保绿人造土栽培基质·····	(328)

(六) 新型制剂及肥料·····	(332)
(七) 绿色墙 (生物墙) ·····	(333)
(八) 全天候室内运动场·····	(335)
(九) 高尔夫模拟系统·····	(338)
(十) 微型高尔夫球场·····	(340)
附表 1 斜坡坡度及百分比对照表 ·····	(343)
附表 2 运动场草坪养护指南 (一般标准) ·····	(344)
附表 3 不同类型草坪主要养护管理要点 ·····	(344)
附表 4 消遣休闲型草坪养护费用百分率 ·····	(345)
附表 5 中国各地区适用草坪草名录 ·····	(346)
主要参考文献·····	(348)
后记·····	(350)

一 草坪草形态特征及生物学特性

(一) 形态特征

草坪草大部分属于禾本科，少数属于莎草科。禾本科和莎草科在植物分类学中属于种子植物门、被子植物亚门、单子叶植物纲。了解和熟悉禾本科植物的形态结构，有利于识别草坪草的种和品种。

兹将其形态特征描述如下：禾本科为多年生、二年生或一年生草本植物，很少是木本植物。禾本科植物的茎称为秆。秆节明显，通常节间中空。叶片互生，叶脉平行。具叶鞘和叶舌，有时还有叶耳。小穗是构成花序的基本单位，由颖片、稃片及颖果组成，一个小穗是一个退化而变形的分枝，由小穗集成各种花序。花序顶生，最常见的有圆锥状花序（简称圆锥花序），部分是穗状花序，还有少数是总状或头状花序。花两性，少有单性，每小穗含1至多个孕花，而不孕花则具多种情况。小穗基部通常有颖片2个（即第一颖及第二颖）。紧包着颖果（或囊果）的苞片叫做内稃和外稃，与颖果紧贴的一片为内稃，对着的一片为外稃。少数种内稃退化或缺如。外稃顶端和背面可具1芒，系中脉延伸而成，芒通常直或弯曲；有的则膝曲，形成芒柱和芒针两部分。每个外稃含1小花，花被通常退化成2个浆片，膜质透明，在开花时膨胀。雄蕊通常3个，少有6个，雌蕊具1心皮、1室的子房。

禾本科植物的“种子”，确切的科学名称叫做颖果。颖果的果皮与种皮相紧贴，不易分离。少数禾草的果皮薄且质脆，易与种皮分离，称为囊果，又称胞果。胚位于颖果茎部对外稃的一面，呈圆形、卵圆形或卵形的凹陷，用肉眼就可以看到。脐呈圆点或线形，位于胚相对的一面，即对向内稃的一面。

熟悉和了解禾本科植物颖果（即市场上称为种子）的外部形态，有助于鉴别来源于国外及国内生产繁殖的草坪草种和品种，特别是研究和开发草坪草种子的企业和个人更加应该掌握它的形态特征。

1. 根系

草坪草种子播种之后，气温、土壤、温度、水分等环境因子满足它的需要时就发芽出苗。胚根是胚长出的初生根，它使幼苗固定在土壤中，并吸收水分和养分。种子萌发之后，胚乳及盾片仍留在播种时土层深处，由于中胚轴纵向生长，胚芽及胚芽鞘被顶出土面。中胚轴的伸长仅在黑暗处进行，当胚芽鞘顶端出土见阳光后，它就不再伸长；当播种较深时，第二节间的伸长可以补充中胚轴生长，使胚芽位于近土壤表面处。种子胚乳中贮存的营养物质多，上述伸长能力强，反之则弱。胚芽鞘出土后，中胚轴的生长变为胚芽的发育，主枝上第一片真叶迅速地自胚芽鞘中伸长出来，并且很快形成叶绿素。在这段时间内，绿色组织的光合效率较弱，只是与由于呼吸作用造成的养分损失相平衡，枝条的继续生长仍然依靠胚乳中贮存的营养物质。因此，出苗的初期可称为幼苗发育的临界时期，在正常情况下，当第一片真叶充分开展的时候，光合作用的速度有助于以后的生长，从下面的节上迅速地长出次生根来。

草坪草的根系属于须根系，无主根。须根生长越多，越茂盛，分蘖、叶片等地上部分的生长势也良好，两者往往成正相关。根系的主要功能是在土壤中吸收水分和养分，供给草坪草生长发育之用，同时起着机械支撑作用，使植株固定在土壤中。根系的表面具有数目众多的根毛，根毛使根系的表面积增加，能扩大根系与土壤的接触面，且能吸收大量的水分和养分供给草坪草利用。老根毛与新根毛保持着交替生存，老根毛死亡，新根毛生长，连续不断地进行更新。

草坪草的根通常生活6个月至2年，大多数根能活1年左右。冷地型草坪的根当气候温凉时生长发育正常，遇到炎热的夏季便处在休眠状态，受环境胁迫严重的甚至死亡。暖地型草坪草在寒冷的晚

秋或冬季进入休眠状态，遇到严寒气候则死亡。根系生长的适宜土壤温度，冷地型草坪草为 12~15℃，暖地型则需 26~28℃。当土温分别满足它们的需求时，必须及时供给水分、养分，促使正常生长发育。

根据调查观察，草坪草的根系 70% 以上分布在地面以下 0~20cm 土层中。掌握和了解根系的深度，有助于在建植草坪之前考虑整理坪基的深度、施用基肥的数量及排水系统的设计。最深的根系，冷地型如草地早熟禾、匍茎翦股颖、紫羊茅、高羊茅及多年生黑麦草等达到 30~50cm；暖地型如结缕草、狗牙根等根状茎型与冷地型相差不多，如雀稗等丛生型用作保持水土的禾草，它的根系可达 2m 以上。根系的深度与耐旱能力密切相关，通常根系越深，耐旱能力越强，反之则耐旱能力差。

通过适时适量供给草坪水分和养分，适宜的剪草次数和留茬高度，适当的松土更新作业，可使根系生长发育良好，从而促使草坪草地上部分生长茁壮茂盛。根系是草坪草生长发育的基础，提高草坪养护管理水平，促进根系良好生长是保证草坪质量的关键。

2. 茎

草坪草的茎包括根颈、匍匐茎和根状茎及生殖枝。根颈是重要的分生组织，位于植株基部，靠近土壤表面。根、茎、叶从根颈长出，即是所有新的生长都从根颈开始，与双子叶植物区别很大，草坪草等单子叶禾草的生长点位于根颈，而前者的生长点则在植株的顶端。

朝水平方向生长的茎称为横走茎。横走茎有两类，一类是位于土壤表面之上的匍匐茎；另一类是位于土壤表面之下的根状茎。横走茎覆盖地面能力强，覆盖度大，建成草坪迅速，特别是节间短的禾草建成草坪，它的覆盖度更加理想，可达到优质标准。通常高尔夫球场果岭及发球台、草坪足球场均采用这类草坪草。例如，具有匍匐茎的匍茎翦股颖，短根状茎的草地早熟禾，匍匐茎和根状茎的

百慕达杂交种、结缕草等，国外、国内上述球场均采用这些草坪草。不具匍匐茎或根状茎的草坪草则依靠分蘖生长繁殖。分蘖是从根颈或横走茎上长出来的新茎叶，具有向上或斜上生长的习性，不具横向生长习性。活的丛生型草坪草都能产生分蘖，依靠分蘖覆盖地面，建成草坪，但扩展速度较慢。例如高羊茅、多年生黑麦草等可用作高尔夫球场高草区，单播或混播后用作草坪足球场播种材料。适宜的剪草次数及留茬高度，可促使形成更多的分蘖。

当草坪草进入生殖阶段时，产生延伸的茎，即生殖枝。生殖枝由花序组成。花序具有众多的小穗，小穗内含小花，孕的小花发育成颖果，市场上称为种子。从事研究和生产草坪草种子的人员，必须了解和掌握生殖枝的生长、抽穗、开花、结籽过程，采用能使结实率（即结籽率）高、获得饱满种子、单位面积收籽量高的技术措施，否则会事倍功半，甚至以失败告终。

在草坪绿地的养护管理中，管理人员必须适时剪草，防止形成生殖枝。生殖枝会消耗养分和能量，影响草坪草的营养生长，缩短分蘖寿命，使草坪覆盖度降低，并影响整片草坪的整齐均匀，使草坪外貌受到损坏。因此，应根据不同的目的来决定生殖枝的取舍。有关草坪草抽穗、开花、结籽的试验，是重要研究项目之一，值得加以重视。

3. 叶

草坪草依靠叶从大气中吸收二氧化碳，并在细胞内叶绿体所含叶绿素的帮助下，利用光能合成糖类、淀粉等碳水化合物，这个过程称为光合作用。草坪草含有大量碳水化合物，光合作用是它生长发育的重要生理过程。

草坪草的叶，包括叶片和叶鞘，叶片位于上部，约占 2/3 以上；叶鞘位于下部，约占 1/3 左右，叶片呈扁平、对折、内卷等形状，可用作分类的依据。叶鞘包裹茎（又称“秆”），顶端与叶片交界处称为“鞘口”，基部与根颈相连。

叶片外层的细胞叫表皮，表皮细胞外表有质薄、不透水的保护层，叫角质层，角质层蜡质，能保持叶片内的水分。

气孔是表皮层的开孔，气体经过气孔流动于叶片内外，光合作用所需要的二氧化碳和呼吸作用所需的氧，均在气孔张开时进入叶片，干旱时气孔关闭，防止水分从叶片蒸发，气孔关闭时，二氧化碳不再进入叶片内，光合作用停止，夜间没光，气孔关闭，不进行光合作用。

叶脉是一束维管组织，在叶脉中，木质部和韧皮部连接着根系里的维管组织，当草坪草叶子因蒸腾作用失去大量水分时，木质部会把根系中的水分输送到茎和叶中，以弥补失去的水分，还能溶解养分。韧皮部把叶内制造的养分向下输送到茎和根系，并能向上输送到草坪草植株的各个生长部位，位于叶片中心的较粗的大叶脉叫中脉，中脉明显或不明显，凸出、平坦或凹陷，在鉴别草坪草时可用作分类的依据。

气温、光照、相对湿度、土壤水分、营养状况、剪草措施、病虫害和杂草均能影响叶的生长速度、新叶形成、色泽和密度。叶片呈绿色、深绿或浓绿色，标志着草坪草生长发育正常；若呈褐色、棕色或黄色，则属于生长不良；叶片向上或斜上生长，挺立而不弯曲、不下垂，证明生长正常；若弯曲下垂、不挺立，则属于不正常。当生长不良或生长不适合而进入休眠期，如野牛草、结缕草、百慕达杂交种等暖地型多年生草坪草晚秋来临就进入叶片枯黄休眠期，这种现象是自然界中发生的正常情况，地上部分虽枯黄，地下部分仍活着，翌年春季从根颈或根状茎上萌发出新的茎叶，仍保持着一片绿草如茵。

草坪草叶片窄细程度（即叶片宽度）直接与草坪质量、景观、审美感觉及观赏效果有关。一般而论，叶片越窄细，草坪质量越高，外貌景观越引人入胜，观赏效果越好，参阅表 1。

表 1 主要草坪草叶片宽度

窄细程度	宽度 (mm)	草的品种
极细	1 以下	羊茅、紫羊茅 ‘Pennlawn’、易变紫羊茅、细弱翦股颖
细	1~2	结缕草 ‘Emerald’、普通早熟禾、百慕达 ‘Tiffine’
中	2~3	欧翦股颖 ‘Astoria’、匍茎翦股颖 ‘Toronto’、百慕达 U—3、草地早熟禾 ‘Merion’、早熟禾（一年生）、结缕草 ‘Meyer’、野牛草
粗	3~4	高株羊茅、意大利黑麦草、小糠草、猫尾草、假俭草、高羊茅 “草坪型品种”
极粗	4 以上	高羊茅 ‘Kentucky 31’、狼尾草、钝叶草、雀稗、地毯草

从表 1 可以看出，羊茅、紫羊茅、易变紫羊茅及细弱翦股颖叶片极细，审美感觉良好，观赏价值较高；早熟禾、草地早熟禾及普通早熟禾多数叶片细至中等，叶片宽度 1~3mm 之间；结缕草和百慕达（狗牙根）品种之间叶片宽度有差异，较细品种叶片宽度为 1~2mm，较粗品种宽度为 2~3mm；钝叶草、雀稗和地毯草属于叶片极粗的暖地型草坪草，虽然这些禾草观赏价值较差，但由于它们能抗高温炎热气候，我国华南地区及世界各国热带地区仍广泛应用于园林绿地。

草坪草叶片色泽也与草坪质量、外貌景观、审美感觉及观赏价值有密切关系。一般而言，叶片色泽越浓越深，草坪质量越好，外貌景观越逗人喜爱，观赏价值越高；反之则质量和景观均差，观赏价值降低。草坪草品种间叶片色泽差异很大，选择草坪草品种时应重视这个特征。兹将 2 种翦股颖若干品种的叶片色泽列入表 2，以供参考。

表 2 欧翦股颖和匍茎翦股颖若干品种叶片色泽

翦股颖品种名称	叶片色泽
Congressional	深浅黄绿
Toronto	深浅黄绿
C—52	深浅黄绿
Cohansey	浓黄绿
Seaside	浓绿
Penncross	浓绿
Washington	深绿
Evansville	深绿
Nimisila	普通橄榄绿
Arlington	普通橄榄绿
Pennlu	浓浅蓝绿

草坪草相对密度与嫩叶数有关，剪草留茬高度会直接影响嫩叶数。一般而言，耐低剪的草坪草嫩叶数较多，相对密度较高，不耐低剪的禾草嫩叶数较少，相对密度较低，参阅表 3。

表 3 主要草坪草相对密度

相对密度	10cm ² 嫩叶数 (秋季剪后留茬 2.3cm)	草坪草名称
高	200 以上	匍茎翦股颖 'Toronto' 紫羊茅 'Pennlawn' 草地早熟禾 'Prato' 草地早熟禾 'Merion'
中	100~200	草地早熟禾 'Park' 草地早熟禾 'Kenblue' 多年生黑麦草 'Norlea'
低	100 以下	高株羊茅 高羊茅 'Kentucky 31' 猫尾草

从表 3 可以看出, 匍茎翦股颖、紫羊茅及草地早熟禾的一些品种(例如: ‘Merion’ 等)耐低剪, 留茬高度 2.3cm 情况下, 每 10cm^2 的嫩叶数达 200 以上, 相对密度高; 高株羊茅等在同样留茬高度情况下, 嫩叶数为 100 以下, 相对密度低。因此, 选择不同用途、要求不同剪草留茬高度的草坪草时, 可参考上述每单位 (10cm^2) 嫩叶数来决定。

了解和掌握草坪草形态特征, 有利于从事草坪草科研、教育、生产和开发。一般情况下, 根据禾草的生殖器官(包括花序、小穗、小花及颖果等)进行分类, 较易识别; 但当草坪草处在幼苗状态或抽穗以前营养阶段时, 必须利用营养器官(包括叶片、叶鞘、叶舌、叶耳、秆、根系以及根状茎、匍匐枝等)来鉴别。按照下列检索内容进行顺利检索, 就能查到草种名称。

根据营养器官识别草坪草种检索表

1. 叶片扩展(容易展平) 2
1. 叶片硬毛状(不易展平) 19
2. 叶舌边缘密生短毛 3
2. 有叶舌 4
3. 无叶耳, 幼叶滚卷状, 叶片稍具毛。嫩茎叶直立, 深绿色。根系粗糙, 似粗线, 叶片晚秋掉落 **蓝丝草** (*Molinia caerulea*)
3. 无叶耳, 幼叶折叠状, 叶鞘与叶片交界处具明显扩散毛。叶片具纹, 浅灰绿色, 具稀疏毛。叶片扩展 **匍匐扁芒草** (*Danthonia decumbens*)
4. 幼叶滚卷状 5
4. 幼叶折叠状。植株无毛 16
5. 有叶耳 6
5. 无叶耳 8
6. 具明显的根状茎。叶片稍有毛, 暗绿色 **冰草** (*Agropyron repens*)
6. 不具根状茎 7
7. 叶耳及叶片、叶鞘交界处无毛, 叶片鲜绿色, 下面有光泽。幼枝基部粉红色, 基生芽圆形。枯死后基部保留深褐色 **草地羊茅** (*Festuca pratensis*)

7. 叶耳及叶片、叶鞘交界处有少量短毛。植株深绿色，较高大，触摸时有粗糙感觉。枯死后基部保持坚硬，浅白色，有时具鳞片状叶鞘 …… **苇状羊茅** (*Festuca arundinacea*)
7. 植株无毛。叶片下面有光泽。幼枝基部粉红或红色，基生芽尖状。枯死后基部无明显纤维状 …… **意大利黑麦草** (*Lolium multiflorum*)
8. 叶片有香味 (嗅闻或品尝)。叶鞘和叶片交界处具有扩散毛，叶片稍有毛 …… **黄花草** (*Anthoxanthum odoratum*)
8. 叶片无香味 …… 9
9. 幼枝基部多少有鳞茎 …… 10
9. 幼枝基部无鳞茎。
10. 基部叶鞘黄色或橘红色。叶片具稀少毛或无毛。
10. 基部节间短。基部叶鞘不呈黄色或橘红色，呈浅白色。
11. 植株具根状茎或匍匐枝 …… 12
11. 植株不具根状茎或匍匐枝 …… 13
12. 根状茎型
- (12) 叶舌极短，钝。植株无毛，叶鞘平滑，叶片上面主脉显著，自基部至顶端渐尖，植株浅灰色。根状茎小，似粗浅 …… **云雾翹股颖** (*Agrostis capillaris*)
- (12) 叶舌钝。基生叶鞘具有微弱紫色条纹。叶片有软毛。节上有一圈向下生长的毛。具粗大根状茎 …… **匍匐绒毛草** (*Holcus mollis*)
- (12) 叶舌显著，钝。植株直立，疏生毛或无毛，叶片绿色或淡黄绿色 …… **羽状短柄草** (*Brachypodium pinnatum*)
12. 匍匐枝型
- (12) 叶舌圆，常呈撕碎状，大于 *A. capillaris*。植株无毛，叶鞘近平滑，叶片顶部稍尖。形态上为易变的禾草 …… **匍茎翹股颖** (*Agrostis stolonifera*)
13. 叶鞘无毛 …… 14
13. 叶鞘有毛 …… 15
14. 叶舌极长，具尖。叶片深绿色。叶片主脉极显著，植株触摸时硬挺粗糙 …… **发草** (*Deschampsia caespitosa*)
14. 叶舌极钝。基生叶鞘常具鲜黄色条纹，叶片与叶鞘交界处呈